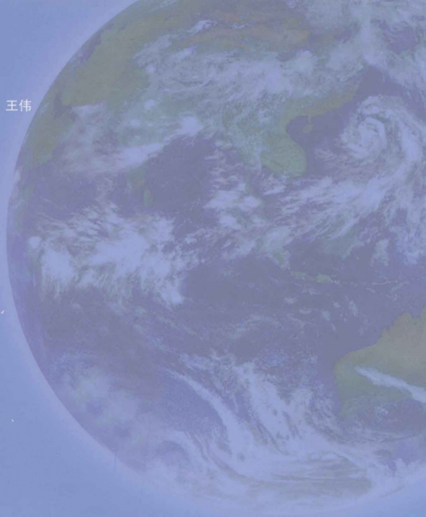
未来气候变化对中国主要粮食产量可能影响图集

赵艳霞 等 著

气象出版社
China Meteorological Press

责任编辑：陈红　封面设计：王伟




ISBN 978-7-5029-5377-5
9 787502 953775 >

定价：60.00元

未来气候变化对中国主要粮食产量可能影响图集

赵艳霞 郭建平 申双和 熊 伟
刘荣花 于永强 宋艳玲 杨沈斌
成 林 陶生才 袁东敏 李树岩 著
方文松 廖要明

气象出版社
China Meteorological Press

内容简介

本书给出了四种温室气体排放情景下的未来 40 年(2011—2050 年)每 10 年气候变化对中国(或区域)主要粮食作物产量(或生产潜力)的可能影响评估图，作物包括玉米、水稻和小麦。

本图集作为气候变化领域的一项研究成果，可供气象、农业等领域的科研、业务人员以及灾害防御、规划等相关部门参考和使用。

图书在版编目(CIP)数据

未来气候变化对中国主要粮食产量可能影响图集/赵艳霞等著.
—北京:气象出版社，2011.12
ISBN 978-7-5029-5377-5

Ⅰ.①未… Ⅱ.①赵… Ⅲ.①气候影响-粮食产量-中国-图集
Ⅳ.①S162.5-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 245100 号

出版发行：气象出版社
地　　址：北京市海淀区中关村南大街 46 号
邮政编码：100081
总 编 室：010-68407112
发 行 部：010-68409198
网　　址：http://www.cmp.cma.gov.cn
E-mail：qxcbs@cma.gov.cn
责任编辑：陈　红
终　　审：周诗健
封面设计：王　伟
责任技编：吴庭芳
责任校对：石　仁
印　　刷：北京天成印务有限责任公司
开　　本：787 mm×1092 mm　1/16
印　　张：4
字　　数：100 千字
版　　次：2011 年 12 月第 1 版
印　　次：2011 年 12 月第 1 次印刷
定　　价：60.00 元

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等，请与本社发行部联系调换

前　言

受全球气候变化的影响，近50年中国的气候发生了显著变化，极端天气/气候事件与灾害的频率和强度明显增大。气候预测表明，未来50～100年中国地表气温将继续增加，极端天气/气候事件与灾害的频率和强度继续增大。气候变暖将导致作物生育期缩短和加速病虫害的发生发展，作物产量不稳定性增加；极端天气/气候事件将导致作物严重减产。另据预测，到2020年，中国人口总量将达到14.6亿，人口总量高峰将出现在2033年前后，达15亿左右。因此，中国的粮食安全问题引起世界的广泛关注。

2007年中国发布的《气候变化国家评估报告》指出，气候变化将对中国自然生态系统和社会经济系统产生重要影响，尤其是对农牧业生产、水资源供需等影响较为显著，而且这些影响以负面为主，某些影响具有不可逆性。如果不采取措施，气候变化将严重影响中国未来的粮食安全。

IPCC第四次评估报告进一步确认当前出现的气候变化这一事实，而对因全球变暖所产生的各种影响、减小对气候变化的脆弱性方面的研究成果却存在较大的不确定性，温度升高对未来粮食生产的影响结论均为低信度水平，说明关于气候变化对粮食生产影响的研究还很不成熟。另外，IPCC第四次评估报告的文献中涉及的研究区域很不平衡，绝大多数文献来自欧洲和北美，还有少量来自印度和日本，关于中国气候变化对粮食生产影响的研究文献少之又少，中国目前缺乏权威性的研究结论而给气候外交谈判带来巨大压力。

目前气候变化对中国的粮食生产影响研究还较为薄弱，影响的评价方法还不成熟。公益性行业(气象)科研专项“气候变化对中国粮食生产影响评价系统研究”项目的实施，促进了气候变化对作物影响评估方面的科学研究，同时通过与气候业务结合，也提升了气候变化业务服务的能力。在2008年的公益性行业(气象)科研专项的支持下，启动了“气候变化对中国粮食生产影响评价系统研究”项目，目标是在未来气候预测的基础上，结合作物产量预测模型，构建气候变化对粮食生产影响的评价方法，并结合气候业务建立气候变化对粮食产量影响评价系统，为适应气候变化、降低气候变化脆弱性提供科学依据，也为国家更新《气候变

化国家评估报告》及参与 IPCC 第五次评估报告的撰写提供科技支撑。

项目承担单位是中国气象科学研究院，参加单位包括中国科学院大气物理研究所、中国农业科学院、国家气候中心、河南省气象科学研究所及南京信息工程大学。通过科研业务人员三年的努力，较好地完成了项目既定的目标。本书由项目主持人赵艳霞主持编写，项目主要参加人郭建平、申双和、熊伟、刘荣花、于永强、宋艳玲、杨沈斌、成林、陶生才、袁东敏、李树岩、方文松、廖要明为本书做了主要贡献。作为项目成果的一部分，本书以图集的方式给出了未来气候变化情景下我国水稻、小麦、玉米产量的可能变化。其中包含了不同排放情景、灌溉和雨养、考虑与不考虑 CO_2 肥效等多种情况(详见说明部分)。因此，在此提醒读者，在参考相关结果时一定要注意模拟评估的条件。

本书为项目研究成果，虽然给出的是定量化的评估结果，但限于学科的发展水平和问题本身的复杂性以及有限的研究时间，所得结果必然存在一定的不确定性。分析发现，不同气候模式得出的未来气候情景相差很大，因此使用不同的气候数据得出的评估结果也很不相同。另外，作物模式本身之间也存在一定的差别，但与气候数据的差异相比，造成的不确定性要小得多。

本人代表全体作者对为本书提供未来气候情景资料的中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所许吟隆课题组及国家气候中心高学杰课题组相关人员表示诚挚的谢意。对项目顾问王春乙研究员的精心指导表示衷心的感谢。

本图集编写时间较紧，书中难免有不足和疏漏之处，欢迎读者批评指正。

赵艳霞

2011.11.10

说　明

一、温室气体排放情景简介

A2：该情景族描述了一个极不均衡的世界。主要特征是：自给自足，保持当地特色。各地域间生产力方式的趋同异常缓慢，导致人口持续增长。经济发展主要面向区域，人均经济增长和技术变化是不连续的，低于其他情景的发展速度。

B2：该情景族描述了这样一个世界：强调经济、社会和环境可持续发展的局地解决方案。在这个世界中，全球人口数量以低于A2情景族的增长率持续增长，经济发展处于中等水平，与B1和A1情景族相比技术变化速度较为缓慢且更加多样化。尽管该情景也致力于环境保护和社会公平，但着重点放在局地和地域层面。

A1B：是A1情景族中的一种。A1情景族描述了这样一个未来世界：经济增长非常快，全球人口数量峰值出现在21世纪中叶并随后下降，新的更高效的技术被迅速引进。主要特征是：地区间的趋同、能力建设以及不断扩大的文化和社会的相互影响，同时伴随着地域间人均收入差距的实质性缩小。A1情景族进一步划分为3组情景，分别描述了能源系统中技术变化的不同方向。以技术重点来区分，这3种A1情景组分别代表着化石燃料密集型（A1FI）、非化石燃料能源型（A1T）及各种能源之间的平衡型（A1B）。

B1：该情景族描述了一个趋同的世界：全球人口数量与A1情景族相同，人口峰值也出现在21世纪中叶并随后下降。所不同的是，经济结构向服务和信息经济方向迅速调整，伴之以材料密集程度的下降以及清洁和资源高效技术的引进。其重点放在经济、社会和环境可持续发展的全球解决方案，其中包括公平性的提高，但不采取额外的气候政策干预。

二、未来气候变化数据简介

本图集使用的未来气候情景数据共3种：（1）由中国农业科学院许吟隆研究员团队提供的利用英国Hadley气候中心的GCM-HadAM3H的模拟结果驱动PRECIS模式产生的A2、B2温室气体排放情景下的未来气候情景资料；（2）由国

家气候中心高学杰研究员团队提供的利用日本 CCSR/NIES/FRCGC 的 MIROC 3.2_hires 全球模式的输出结果，驱动 RegCM3 区域气候模式产生 A1B 的温室气体排放情景下的 25 km 水平分辨率的未来气候情景资料；(3)由中国科学院大气物理研究所 FGOALS 模型模拟的 A1B 和 B1 温室气体排放情景下的未来气候情景资料。其中，图 1—28、图 37—50、图 55—62 以及图 67—102 使用的是(1)数据，图 51—54、图 63—66 使用的是(2)数据，图 29—36 使用的是(3)数据。

三、作物模型使用情况

本图集使用了 4 种作物模型：DSSAT、WOFOST、ORYZA2000 和 Agro-C。其中，图 1—12、图 37—42、图 67—78 以及图 79—102 使用的是 DSSAT 模型，图 13—28 使用的是基于 WOFOST 模型改进而成的东北玉米模型，图 29—36 使用的是 Agro-C 模型，图 43—66 使用的是 ORYZA2000 模型。





图 1　中国雨养玉米产量空间分布图
(情景:A2;时段:2011—2020; CO_2 肥效作用:考虑)…… (1)
图 2　中国雨养玉米产量空间分布图
(情景:A2;时段:2021—2030; CO_2 肥效作用:考虑)…… (1)
图 3　中国雨养玉米产量空间分布图
(情景:A2;时段:2031—2040; CO_2 肥效作用:考虑)…… (2)
图 4　中国雨养玉米产量空间分布图
(情景:B2;时段:2011—2020; CO_2 肥效作用:考虑)…… (2)
图 5　中国雨养玉米产量空间分布图
(情景:B2;时段:2021—2030; CO_2 肥效作用:考虑)…… (3)
图 6　中国雨养玉米产量空间分布图
(情景:B2;时段:2031—2040; CO_2 肥效作用:考虑)…… (3)
图 7　中国灌溉玉米产量空间分布图
(情景:A2;时段:2011—2020; CO_2 肥效作用:考虑)…… (4)
图 8　中国灌溉玉米产量空间分布图
(情景:A2;时段:2021—2030; CO_2 肥效作用:考虑)…… (4)
图 9　中国灌溉玉米产量空间分布图
(情景:A2;时段:2031—2040; CO_2 肥效作用:考虑)…… (5)
图 10　中国灌溉玉米产量空间分布图
(情景:B2;时段:2011—2020; CO_2 肥效作用:考虑)…… (5)
图 11　中国灌溉玉米产量空间分布图
(情景:B2;时段:2021—2030; CO_2 肥效作用:考虑)…… (6)
图 12　中国灌溉玉米产量空间分布图
(情景:B2;时段:2031—2040; CO_2 肥效作用:考虑)…… (6)
图 13　东北雨养玉米产量空间分布图
(情景:A2;时段:2011—2020; CO_2 肥效作用:不考虑)…… (7)
图 14　东北雨养玉米产量空间分布图
(情景:A2;时段:2021—2030; CO_2 肥效作用:不考虑)…… (7)



图 15 东北雨养玉米产量空间分布图
（情景：A2；时段：2031—2040；CO_2 肥效作用：不考虑） …………………………… （8）
图 16 东北雨养玉米产量空间分布图
（情景：A2；时段：2041—2050；CO_2 肥效作用：不考虑） …………………………… （8）
图 17 东北雨养玉米产量空间分布图
（情景：B2；时段：2011—2020；CO_2 肥效作用：不考虑） …………………………… （9）
图 18 东北雨养玉米产量空间分布图
（情景：B2；时段：2021—2030；CO_2 肥效作用：不考虑） …………………………… （9）
图 19 东北雨养玉米产量空间分布图
（情景：B2；时段：2031—2040；CO_2 肥效作用：不考虑）…………………………… （10）
图 20 东北雨养玉米产量空间分布图
（情景：B2；时段：2041—2050；CO_2 肥效作用：不考虑）…………………………… （10）
图 21 东北雨养玉米产量空间分布图
（情景：A2；时段：2011—2020；CO_2 肥效作用：考虑）……………………………… （11）
图 22 东北雨养玉米产量空间分布图
（情景：A2；时段：2021—2030；CO_2 肥效作用：考虑）……………………………… （11）
图 23 东北雨养玉米产量空间分布图
（情景：A2；时段：2031—2040；CO_2 肥效作用：考虑）……………………………… （12）
图 24 东北雨养玉米产量空间分布图
（情景：A2；时段：2041—2050；CO_2 肥效作用：考虑）……………………………… （12）
图 25 东北雨养玉米产量空间分布图
（情景：B2；时段：2011—2020；CO_2 肥效作用：考虑） ……………………………… （13）
图 26 东北雨养玉米产量空间分布图
（情景：B2；时段：2021—2030；CO_2 肥效作用：考虑） ……………………………… （13）
图 27 东北雨养玉米产量空间分布图
（情景：B2；时段：2031—2040；CO_2 肥效作用：考虑） ……………………………… （14）
图 28 东北雨养玉米产量空间分布图
（情景：B2；时段：2041—2050；CO_2 肥效作用：考虑） ……………………………… （14）
图 29 中国单季稻产量空间分布图
（情景：A1B；时段：2011—2020；CO_2 肥效作用：考虑） …………………………… （15）
图 30 中国单季稻产量空间分布图
（情景：A1B；时段：2021—2030；CO_2 肥效作用：考虑） …………………………… （15）
图 31 中国单季稻产量空间分布图
（情景：A1B；时段：2031—2040；CO_2 肥效作用：考虑） …………………………… （16）
图 32 中国单季稻产量空间分布图
（情景：A1B；时段：2041—2050；CO_2 肥效作用：考虑） …………………………… （16）
图 33 中国单季稻产量空间分布图
（情景：B1；时段：2011—2020；CO_2 肥效作用：考虑） ……………………………… （17）
图 34 中国单季稻产量空间分布图



（情景：B1；时段：2021—2030；CO_2 肥效作用：考虑） …………………………… （17）
图 35 中国单季稻产量空间分布图
（情景：B1；时段：2031—2040；CO_2 肥效作用：考虑） …………………………… （18）
图 36 中国单季稻产量空间分布图
（情景：B1；时段：2041—2050；CO_2 肥效作用：考虑） …………………………… （18）
图 37 中国水稻产量空间分布图
（情景：A2；时段：2011—2020；CO_2 肥效作用：考虑） …………………………… （19）
图 38 中国水稻产量空间分布图
（情景：A2；时段：2021—2030；CO_2 肥效作用：考虑） …………………………… （19）
图 39 中国水稻产量空间分布图
（情景：A2；时段：2031—2040；CO_2 肥效作用：考虑） …………………………… （20）
图 40 中国水稻产量空间分布图
（情景：B2；时段：2011—2020；CO_2 肥效作用：考虑） …………………………… （20）
图 41 中国水稻产量空间分布图
（情景：B2；时段：2021—2030；CO_2 肥效作用：考虑） …………………………… （21）
图 42 中国水稻产量空间分布图
（情景：B2；时段：2031—2040；CO_2 肥效作用：考虑） …………………………… （21）
图 43 长江中下游水稻产量变化空间分布图
（情景：A2；时段：2011—2020；CO_2 肥效作用：不考虑） ………………………… （22）
图 44 长江中下游水稻产量变化空间分布图
（情景：A2；时段：2021—2030；CO_2 肥效作用：不考虑） ………………………… （22）
图 45 长江中下游水稻产量变化空间分布图
（情景：A2；时段：2031—2040；CO_2 肥效作用：不考虑） ………………………… （23）
图 46 长江中下游水稻产量变化空间分布图
（情景：A2；时段：2041—2050；CO_2 肥效作用：不考虑） ………………………… （23）
图 47 长江中下游水稻产量变化空间分布图
（情景：B2；时段：2011—2020；CO_2 肥效作用：不考虑） ………………………… （24）
图 48 长江中下游水稻产量变化空间分布图
（情景：B2；时段：2021—2030；CO_2 肥效作用：不考虑） ………………………… （24）
图 49 长江中下游水稻产量变化空间分布图
（情景：B2；时段：2031—2040；CO2 肥效作用：不考虑） ………………………… （25）
图 50 长江中下游水稻产量变化空间分布图
（情景：B2；时段：2041—2050；CO_2 肥效作用：不考虑） ………………………… （25）
图 51 长江中下游水稻产量变化空间分布图
（情景：A1B；时段：2011—2020；CO_2 肥效作用：不考虑） ……………………… （26）
图 52 长江中下游水稻产量变化空间分布图
（情景：A1B；时段：2021—2030；CO_2 肥效作用：不考虑） ……………………… （26）
图 53 长江中下游水稻产量变化空间分布图
（情景：A1B；时段：2031—2040；CO_2 肥效作用：不考虑） ……………………… （27）



图 54　长江中下游水稻产量变化空间分布图
(情景:A1B;时段:2041—2050; CO_2 肥效作用:不考虑) …………………………… (27)
图 55　长江中下游水稻产量变化空间分布图
(情景:A2;时段:2011—2020; CO_2 肥效作用:考虑)…………………………………… (28)
图 56　长江中下游水稻产量变化空间分布图
(情景:A2;时段:2021—2030; CO_2 肥效作用:考虑)…………………………………… (28)
图 57　长江中下游水稻产量变化空间分布图
(情景:A2;时段:2031—2040; CO_2 肥效作用:考虑)…………………………………… (29)
图 58　长江中下游水稻产量变化空间分布图
(情景:A2;时段:2041—2050; CO_2 肥效作用:考虑)…………………………………… (29)
图 59　长江中下游水稻产量变化空间分布图
(情景:B2;时段:2011—2020; CO_2 肥效作用:考虑) …………………………………… (30)
图 60　长江中下游水稻产量变化空间分布图
(情景:B2;时段:2021—2030; CO_2 肥效作用:考虑) …………………………………… (30)
图 61　长江中下游水稻产量变化空间分布图
(情景:B2;时段:2031—2040; CO_2 肥效作用:考虑) …………………………………… (31)
图 62　长江中下游水稻产量变化空间分布图
(情景:B2;时段:2041—2050; CO_2 肥效作用:考虑) …………………………………… (31)
图 63　长江中下游水稻产量变化空间分布图
(情景:A1B;时段:2011—2020; CO_2 肥效作用:考虑) ……………………………… (32)
图 64　长江中下游水稻产量变化空间分布图
(情景:A1B;时段:2021—2030; CO_2 肥效作用:考虑) ……………………………… (32)
图 65　长江中下游水稻产量变化空间分布图
(情景:A1B;时段:2031—2040; CO_2 肥效作用:考虑) ……………………………… (33)
图 66　长江中下游水稻产量变化空间分布图
(情景:A1B;时段:2041—2050; CO_2 肥效作用:考虑) ……………………………… (33)
图 67　中国雨养小麦产量空间分布图
(情景:A2;时段:2011—2020; CO_2 肥效作用:考虑)…………………………………… (34)
图 68　中国雨养小麦产量空间分布图
(情景:A2;时段:2021—2030; CO_2 肥效作用:考虑)…………………………………… (34)
图 69　中国雨养小麦产量空间分布图
(情景:A2;时段:2031—2040; CO_2 肥效作用:考虑)…………………………………… (35)
图 70　中国雨养小麦产量空间分布图
(情景:B2;时段:2011—2020; CO_2 肥效作用:考虑) …………………………………… (35)
图 71　中国雨养小麦产量空间分布图
(情景:B2;时段:2021—2030; CO_2 肥效作用:考虑) …………………………………… (36)
图 72　中国雨养小麦产量空间分布图
(情景:B2;时段:2031—2040; CO_2 肥效作用:考虑) …………………………………… (36)
图 73　中国灌溉小麦产量空间分布图



（情景：A2；时段：2011—2020；CO_2 肥效作用：考虑）…………………………（37）
图 74 中国灌溉小麦产量空间分布图
（情景：A2；时段：2021—2030；CO_2 肥效作用：考虑）…………………………（37）
图 75 中国灌溉小麦产量空间分布图
（情景：A2；时段：2031—2040；CO_2 肥效作用：考虑）…………………………（38）
图 76 中国灌溉小麦产量空间分布图
（情景：B2；时段：2011—2020；CO_2 肥效作用：考虑）…………………………（38）
图 77 中国灌溉小麦产量空间分布图
（情景：B2；时段：2021—2030；CO_2 肥效作用：考虑）…………………………（39）
图 78 中国灌溉小麦产量空间分布图
（情景：B2；时段：2031—2040；CO_2 肥效作用：考虑）…………………………（39）
图 79 河南省灌溉小麦产量空间分布图
（情景：A2；时段：2011—2020；CO_2 肥效作用：不考虑）………………………（40）
图 80 河南省灌溉小麦产量空间分布图
（情景：A2；时段：2021—2030；CO_2 肥效作用：不考虑）………………………（40）
图 81 河南省灌溉小麦产量空间分布图
（情景：A2；时段：2031—2040；CO_2 肥效作用：不考虑）………………………（41）
图 82 河南省灌溉小麦产量空间分布图
（情景：A2；时段：2041—2050；CO_2 肥效作用：不考虑）………………………（41）
图 83 河南省灌溉小麦产量空间分布图
（情景：B2；时段：2011—2020；CO_2 肥效作用：不考虑）………………………（42）
图 84 河南省灌溉小麦产量空间分布图
（情景：B2；时段：2021—2030；CO_2 肥效作用：不考虑）………………………（42）
图 85 河南省灌溉小麦产量空间分布图
（情景：B2；时段：2031—2040；CO_2 肥效作用：不考虑）………………………（43）
图 86 河南省灌溉小麦产量空间分布图
（情景：B2；时段：2041—2050；CO_2 肥效作用：不考虑）………………………（43）
图 87 河南小麦光温生产潜力变化空间分布图
（情景：A2；时段：2011—2020；CO_2 肥效作用：不考虑）………………………（44）
图 88 河南小麦光温生产潜力变化空间分布图
（情景：A2；时段：2021—2030；CO_2 肥效作用：不考虑）………………………（44）
图 89 河南小麦光温生产潜力变化空间分布图
（情景：A2；时段：2031—2040；CO_2 肥效作用：不考虑）………………………（45）
图 90 河南小麦光温生产潜力变化空间分布图
（情景：A2；时段：2041—2050；CO_2 肥效作用：不考虑）………………………（45）
图 91 河南小麦光温生产潜力变化空间分布图
（情景：B2；时段：2011—2020；CO_2 肥效作用：不考虑）………………………（46）
图 92 河南小麦光温生产潜力变化空间分布图
（情景：B2；时段：2021—2030；CO_2 肥效作用：不考虑）………………………（46）



图 93 河南小麦光温生产潜力变化空间分布图
(情景:B2;时段:2031—2040; CO_2 肥效作用:不考虑) ······ (47)
图 94 河南小麦光温生产潜力变化空间分布图
(情景:B2;时段:2041—2050; CO_2 肥效作用:不考虑) ······ (47)
图 95 河南小麦气候生产潜力变化空间分布图
(情景:A2;时段:2011—2020; CO_2 肥效作用:不考虑) ······ (48)
图 96 河南小麦气候生产潜力变化空间分布图
(情景:A2;时段:2021—2030; CO_2 肥效作用:不考虑) ······ (48)
图 97 河南小麦气候生产潜力变化空间分布图
(情景:A2;时段:2031—2040; CO_2 肥效作用:不考虑) ······ (49)
图 98 河南小麦气候生产潜力变化空间分布图
(情景:A2;时段:2041—2050; CO_2 肥效作用:不考虑) ······ (49)
图 99 河南小麦气候生产潜力变化空间分布图
(情景:B2;时段:2011—2020; CO_2 肥效作用:不考虑) ······ (50)
图 100 河南小麦气候生产潜力变化空间分布图
(情景:B2;时段:2021—2030; CO_2 肥效作用:不考虑) ······ (50)
图 101 河南小麦气候生产潜力变化空间分布图
(情景:B2;时段:2031—2040; CO_2 肥效作用:不考虑) ······ (51)
图 102 河南小麦气候生产潜力变化空间分布图
(情景:B2;时段:2041—2050; CO_2 肥效作用:不考虑) ······ (51)



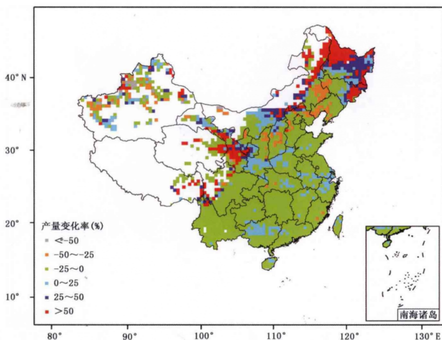


图 1　中国雨养玉米产量空间分布图

(情景:A2;时段:2011—2020; CO_2 肥效作用:考虑)

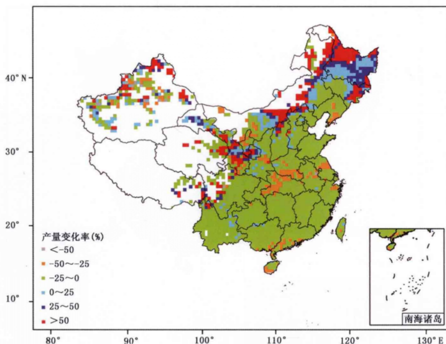


图 2　中国雨养玉米产量空间分布图

(情景:A2;时段:2021—2030; CO_2 肥效作用:考虑)



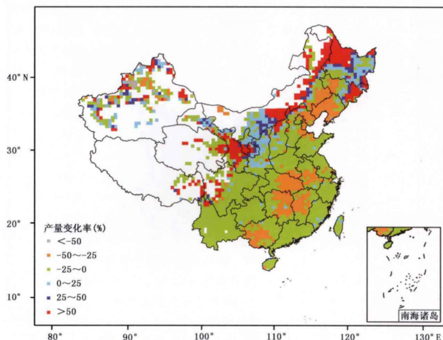


图 3　中国雨养玉米产量空间分布图

（情景:A2;时段:2031—2040; CO_2 肥效作用:考虑）

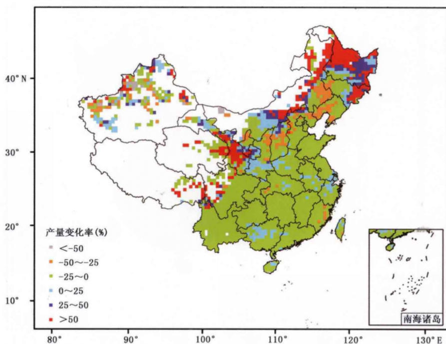


图 4　中国雨养玉米产量空间分布图

（情景:B2;时段:2011—2020; CO_2 肥效作用:考虑）



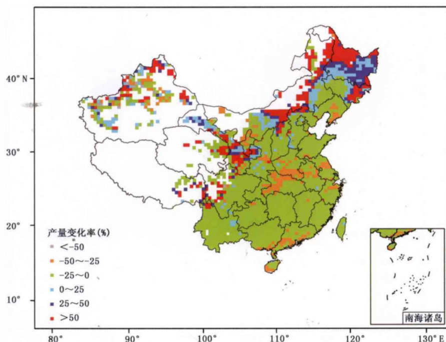


图 5 中国雨养玉米产量空间分布图

（情景：B2；时段：2021—2030；CO_2 肥效作用：考虑）

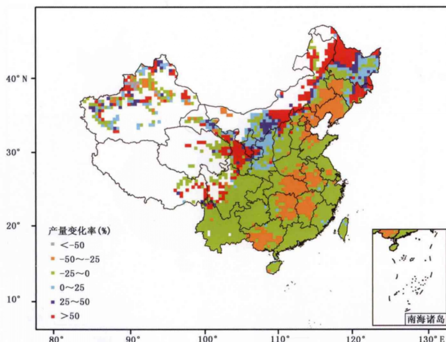


图 6 中国雨养玉米产量空间分布图

（情景：B2；时段：2031—2040；CO_2 肥效作用：考虑）



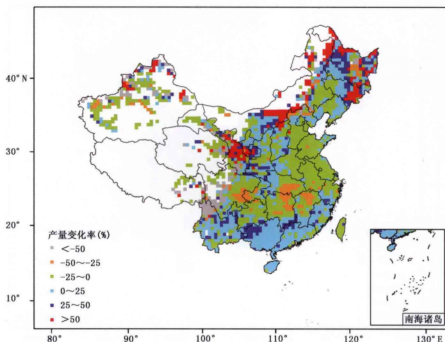


图 7　中国灌溉玉米产量空间分布图
（情景：A2；时段：2011—2020；CO_2 肥效作用：考虑）

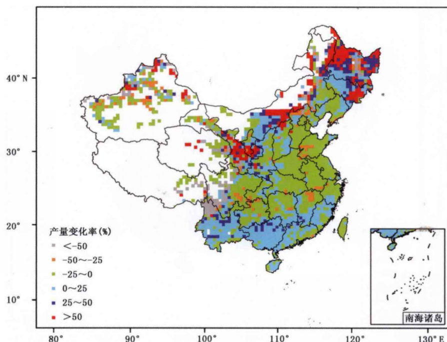


图 8　中国灌溉玉米产量空间分布图
（情景：A2；时段：2021—2030；CO_2 肥效作用：考虑）



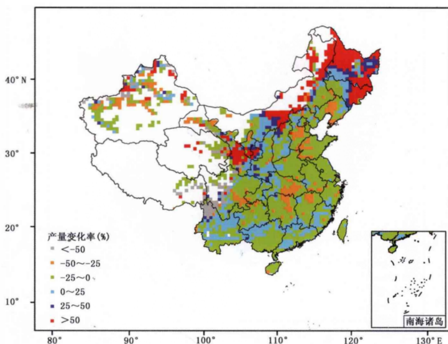


图 9　中国灌溉玉米产量空间分布图
(情景:A2;时段:2031—2040; CO_2 肥效作用:考虑)

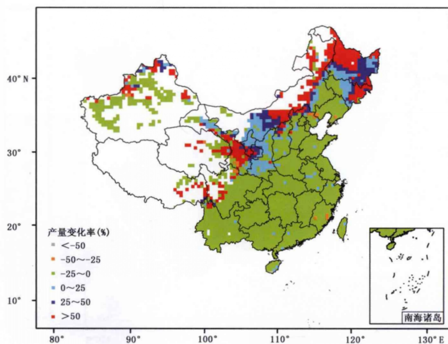


图 10　中国灌溉玉米产量空间分布图
(情景:B2;时段:2011—2020; CO_2 肥效作用:考虑)



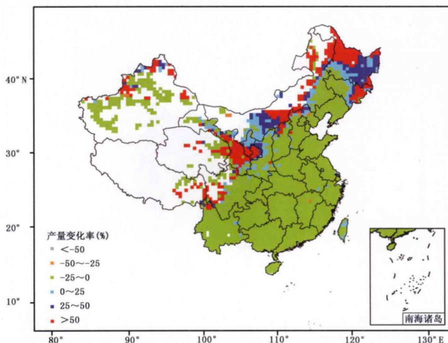


图 11　中国灌溉玉米产量空间分布图
（情景：B2；时段：2021—2030；CO_2 肥效作用：考虑）

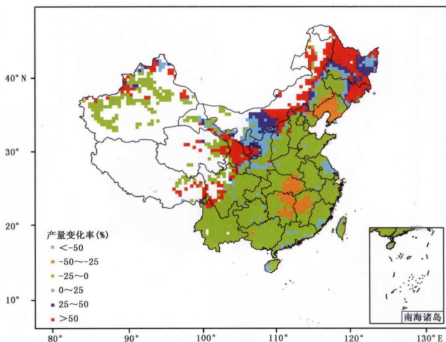


图 12　中国灌溉玉米产量空间分布图
（情景：B2；时段：2031—2040；CO_2 肥效作用：考虑）



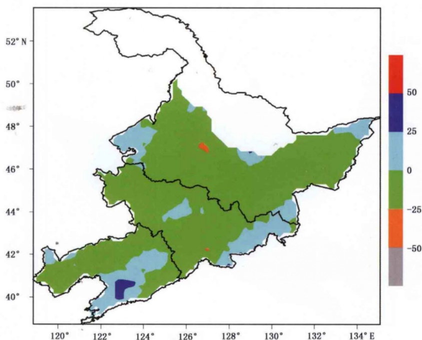


图 13　东北雨养玉米产量空间分布图
(情景:A2;时段:2011—2020; CO_2 肥效作用:不考虑)

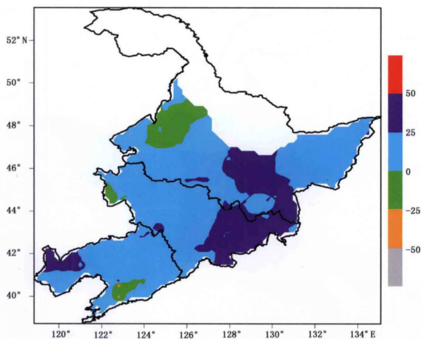


图 14　东北雨养玉米产量空间分布图
(情景:A2;时段:2021—2030; CO_2 肥效作用:不考虑)



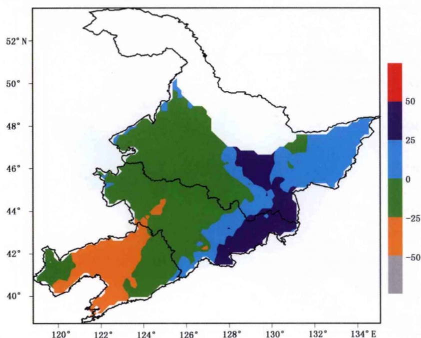


图 15　东北雨养玉米产量空间分布图
(情景:A2;时段:2031—2040; CO_2 肥效作用:不考虑)

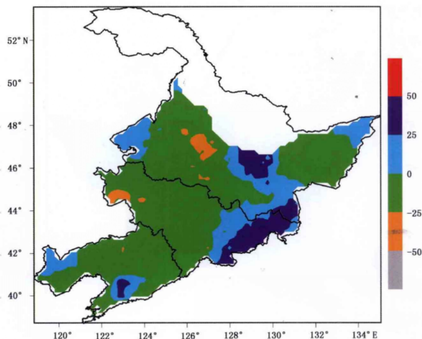


图 16　东北雨养玉米产量空间分布图
(情景:A2;时段:2041—2050; CO_2 肥效作用:不考虑)



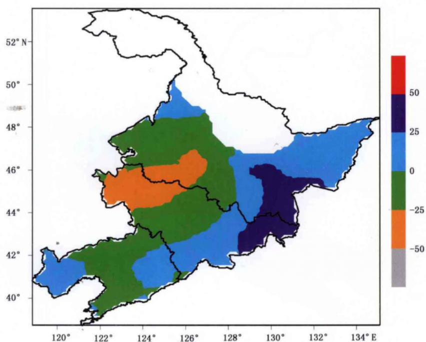


图 17　东北雨养玉米产量空间分布图
（情景：B2；时段：2011—2020；CO_2 肥效作用：不考虑）

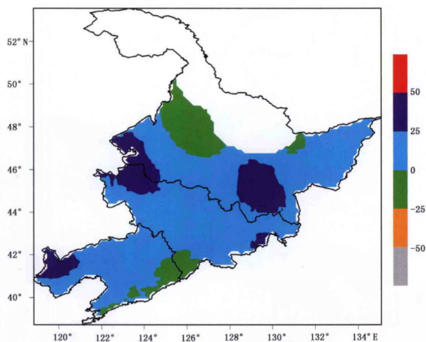


图 18　东北雨养玉米产量空间分布图
（情景：B2；时段：2021—2030；CO_2 肥效作用：不考虑）



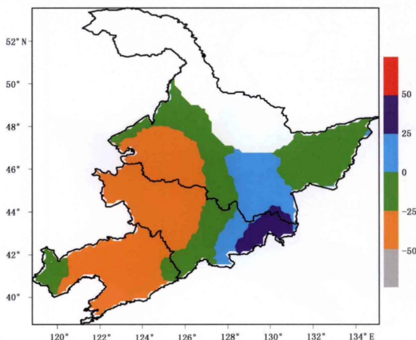


图 19　东北雨养玉米产量空间分布图

（情景：B2；时段：2031—2040；CO_2 肥效作用：不考虑）

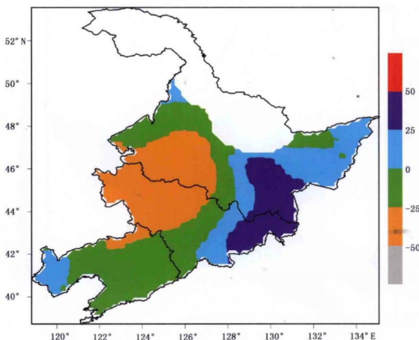


图 20　东北雨养玉米产量空间分布图

（情景：B2；时段：2041—2050；CO_2 肥效作用：不考虑）



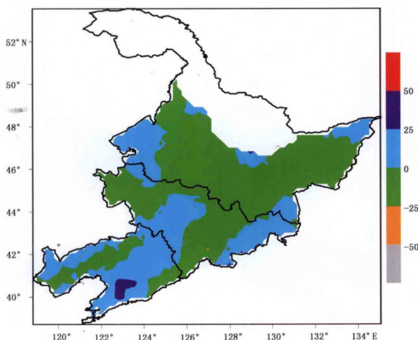


图 21　东北雨养玉米产量空间分布图
(情景:A2;时段:2011—2020; CO_2 肥效作用:考虑)

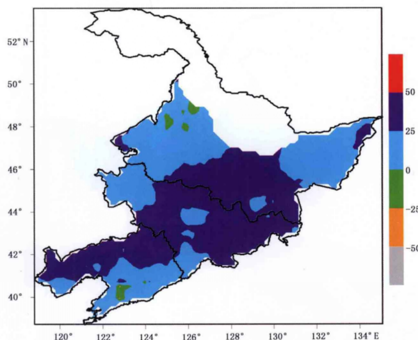


图 22　东北雨养玉米产量空间分布图
(情景:A2;时段:2021—2030; CO_2 肥效作用:考虑)



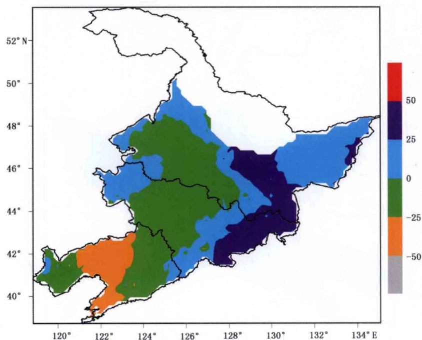


图 23　东北雨养玉米产量空间分布图

（情景：A2；时段：2031—2040；CO_2 肥效作用：考虑）

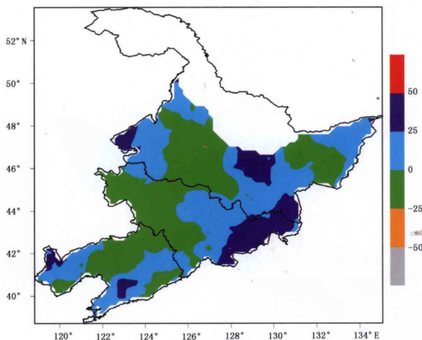


图 24　东北雨养玉米产量空间分布图

（情景：A2；时段：2041—2050；CO_2 肥效作用：考虑）



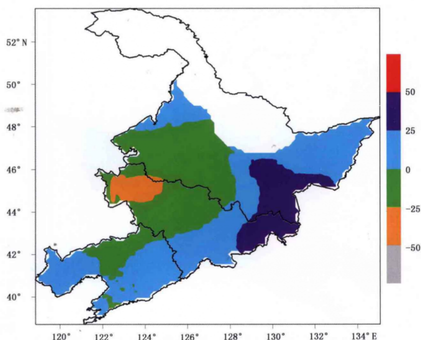


图 25　东北雨养玉米产量空间分布图
（情景：B2；时段：2011—2020；CO_2 肥效作用：考虑）

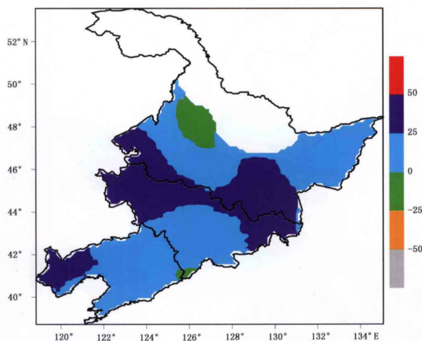


图 26　东北雨养玉米产量空间分布图
（情景：B2；时段：2021—2030；CO_2 肥效作用：考虑）



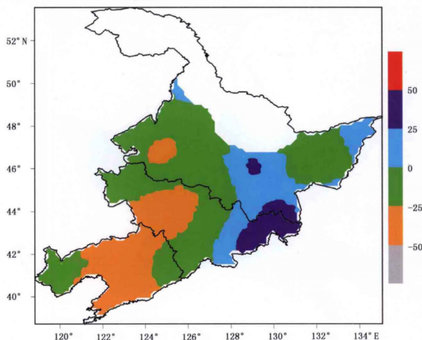


图 27　东北雨养玉米产量空间分布图
（情景：B2；时段：2031—2040；CO_2 肥效作用：考虑）

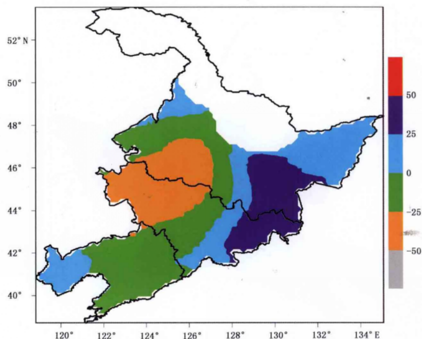


图 28　东北雨养玉米产量空间分布图
（情景：B2；时段：2041—2050；CO_2 肥效作用：考虑）



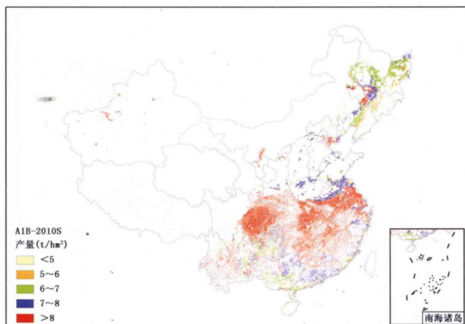


图 29　中国单季稻产量空间分布图
(情景:A1B;时段:2011—2020;CO_2 肥效作用:考虑)

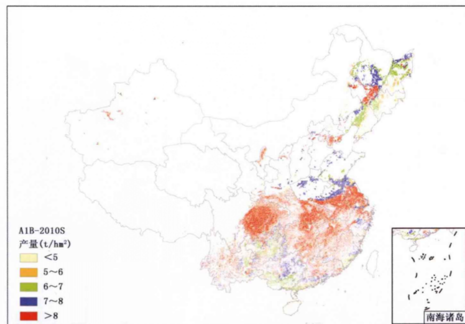


图 30　中国单季稻产量空间分布图
(情景:A1B;时段:2021—2030;CO_2 肥效作用:考虑)



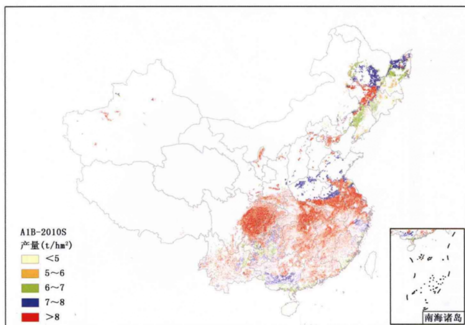


图 31　中国单季稻产量空间分布图

（情景：A1B；时段：2031—2040；CO_2 肥效作用：考虑）

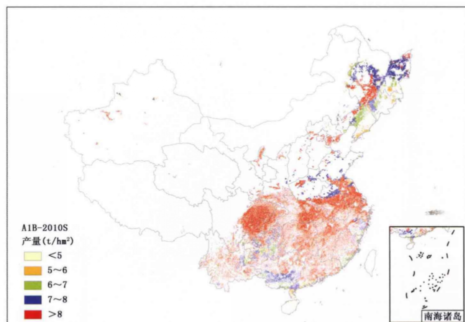


图 32　中国单季稻产量空间分布图

（情景：A1B；时段：2041—2050；CO_2 肥效作用：考虑）



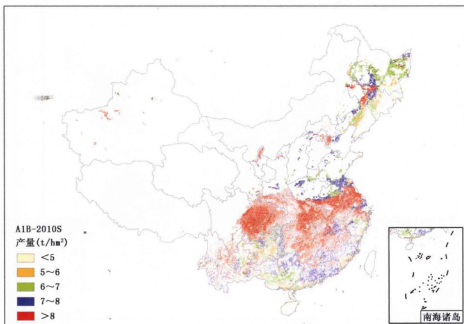


图 33　中国单季稻产量空间分布图
（情景：B1；时段：2011—2020；CO_2 肥效作用：考虑）

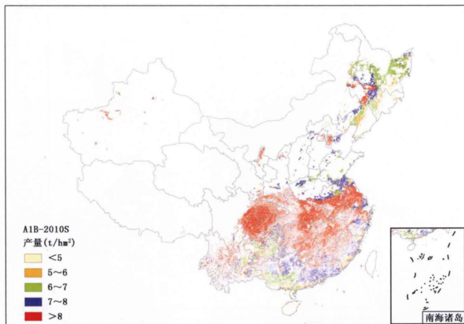


图 34　中国单季稻产量空间分布图
（情景：B1；时段：2021—2030；CO_2 肥效作用：考虑）



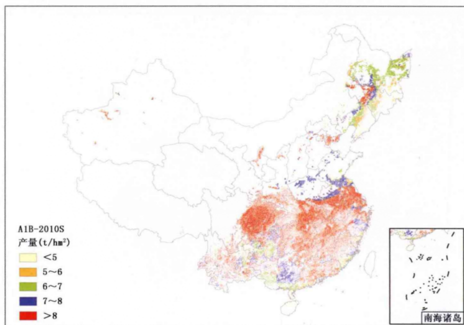


图 35　中国单季稻产量空间分布图
(情景:B1;时段:2031—2040; CO_2 肥效作用:考虑)

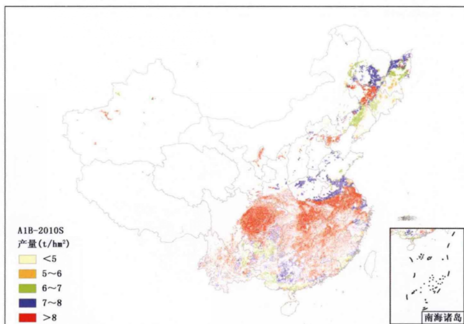


图 36　中国单季稻产量空间分布图
(情景:B1;时段:2041—2050; CO_2 肥效作用:考虑)



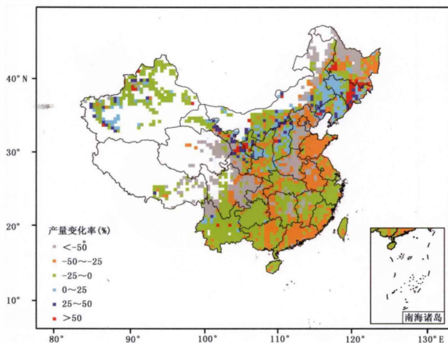


图 37　中国水稻产量空间分布图

(情景:A2;时段:2011—2020;CO_2 肥效作用:考虑)

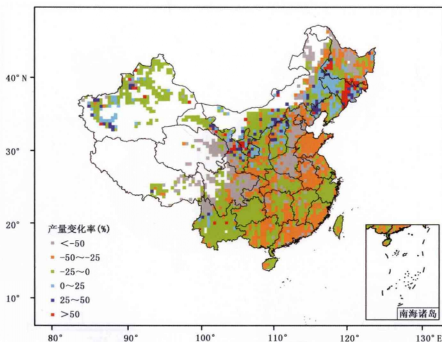


图 38　中国水稻产量空间分布图

(情景:A2;时段:2021—2030;CO_2 肥效作用:考虑)

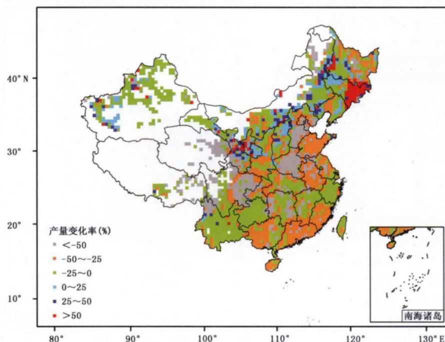


图 39　中国水稻产量空间分布图
（情景：A2；时段：2031—2040；CO_2 肥效作用：考虑）

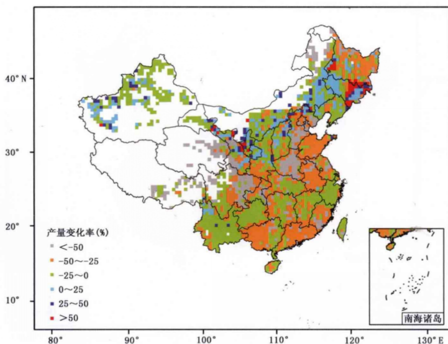


图 40　中国水稻产量空间分布图
（情景：B2；时段：2011—2020；CO_2 肥效作用：考虑）



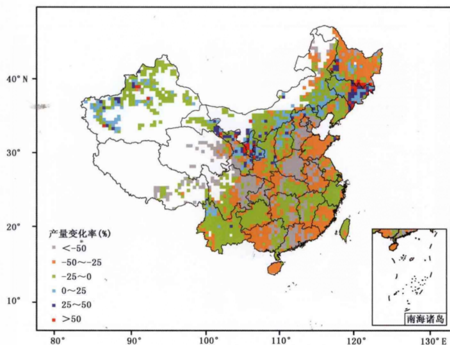


图 41　中国水稻产量空间分布图
（情景：B2；时段：2021—2030；CO_2 肥效作用：考虑）

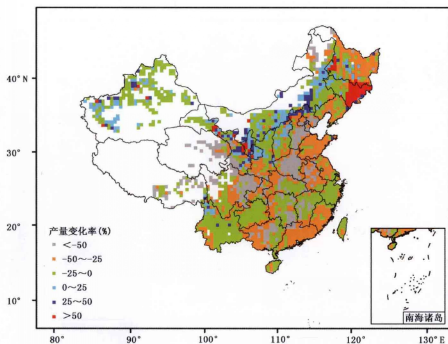


图 42　中国水稻产量空间分布图
（情景：B2；时段：2031—2040；CO_2 肥效作用：考虑）



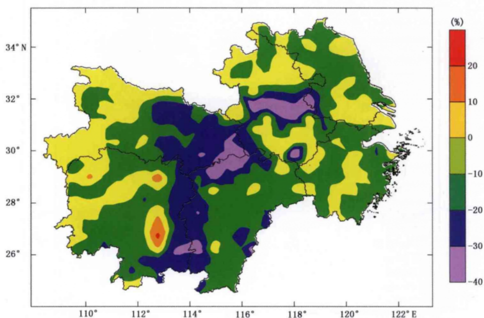


图 43 长江中下游水稻产量变化空间分布图
（情景：A2；时段：2011—2020；CO_2 肥效作用：不考虑）

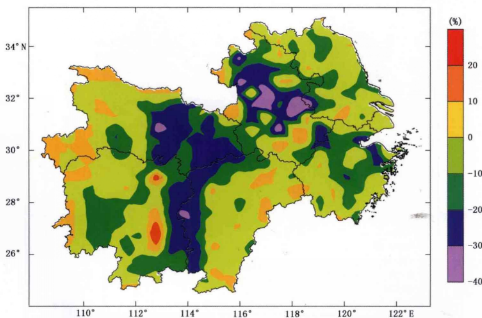


图 44 长江中下游水稻产量变化空间分布图
（情景：A2；时段：2021—2030；CO_2 肥效作用：不考虑）



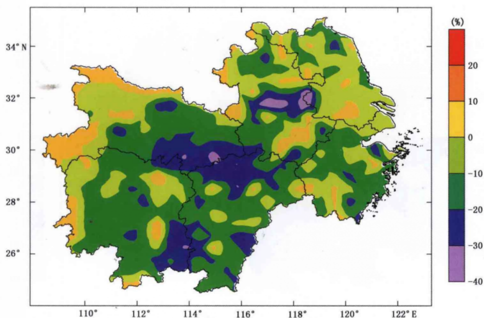


图 45　长江中下游水稻产量变化空间分布图
（情景：A2；时段：2031—2040；CO_2 肥效作用：不考虑）

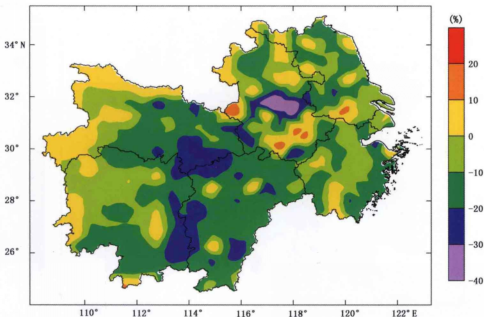


图 46　长江中下游水稻产量变化空间分布图
（情景：A2；时段：2041—2050；CO_2 肥效作用：不考虑）



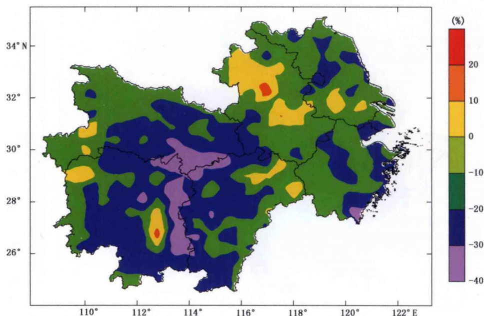


图 47　长江中下游水稻产量变化空间分布图
（情景：B2；时段：2011—2020；CO_2 肥效作用：不考虑）

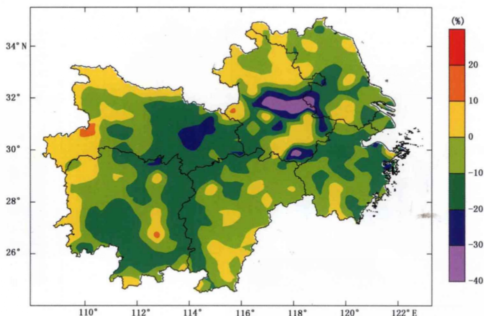


图 48　长江中下游水稻产量变化空间分布图
（情景：B2；时段：2021—2030；CO_2 肥效作用：不考虑）



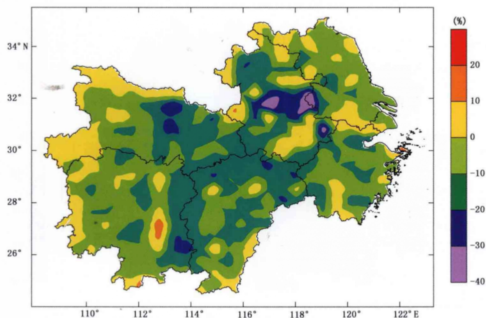


图 49　长江中下游水稻产量变化空间分布图
（情景：B2；时段：2031—2040；CO_2 肥效作用：不考虑）

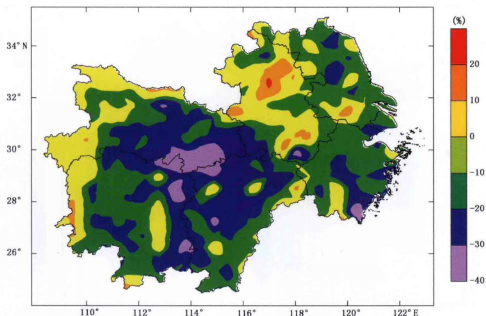


图 50　长江中下游水稻产量变化空间分布图
（情景：B2；时段：2041—2050；CO_2 肥效作用：不考虑）



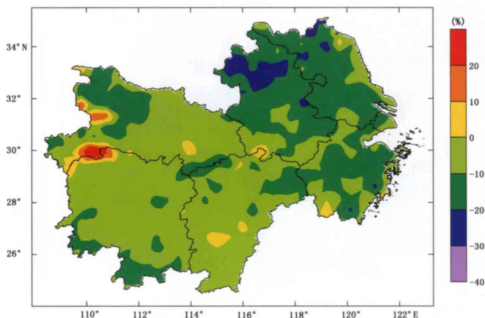


图 51　长江中下游水稻产量变化空间分布图
（情景：A1B；时段：2011—2020；CO_2 肥效作用：不考虑）

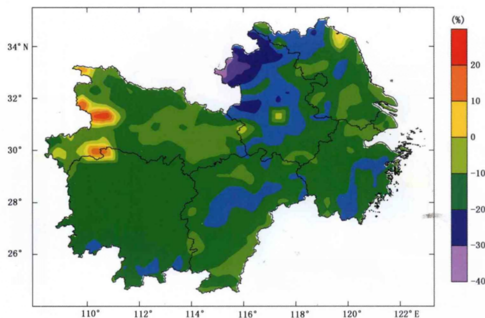


图 52　长江中下游水稻产量变化空间分布图
（情景：A1B；时段：2021—2030；CO_2 肥效作用：不考虑）



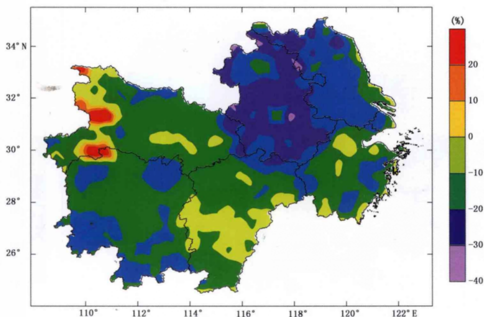


图 53　长江中下游水稻产量变化空间分布图
（情景：A1B；时段：2031—2040；CO_2 肥效作用：不考虑）

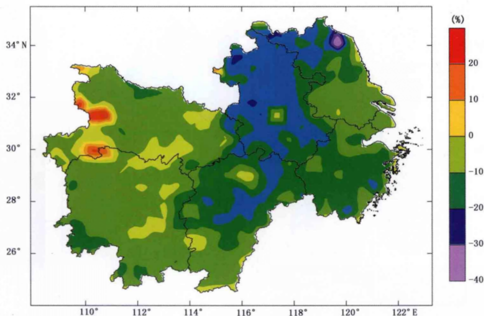


图 54　长江中下游水稻产量变化空间分布图
（情景：A1B；时段：2041—2050；CO_2 肥效作用：不考虑）



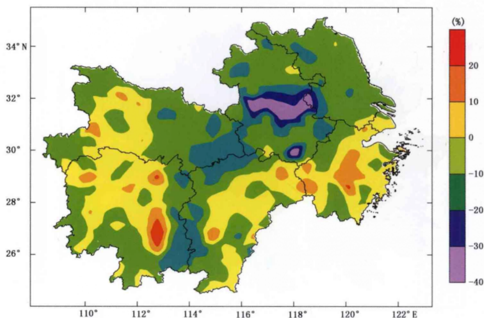


图 55 长江中下游水稻产量变化空间分布图
（情景：A2；时段：2011—2020；CO_2 肥效作用：考虑）

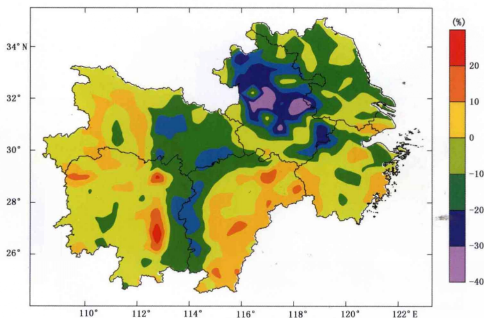


图 56 长江中下游水稻产量变化空间分布图
（情景：A2；时段：2021—2030；CO_2 肥效作用：考虑）



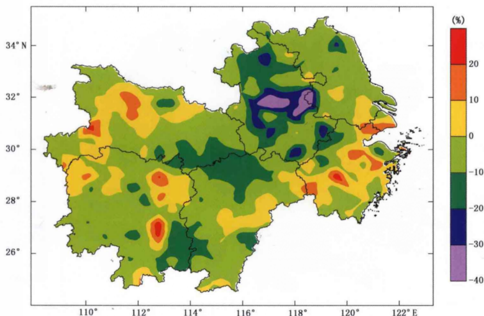


图 57 长江中下游水稻产量变化空间分布图
（情景：A2；时段：2031—2040；CO_2 肥效作用：考虑）

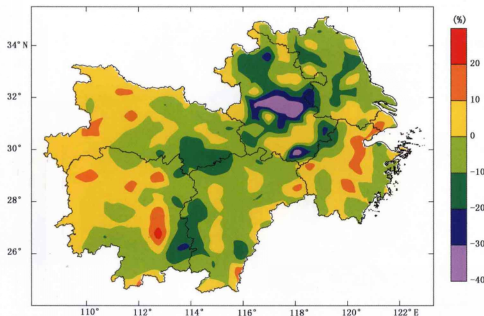


图 58 长江中下游水稻产量变化空间分布图
（情景：A2；时段：2041—2050；CO_2 肥效作用：考虑）



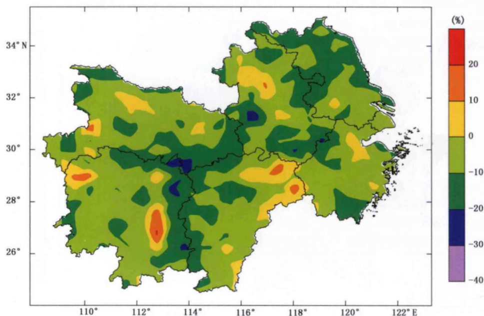


图 59　长江中下游水稻产量变化空间分布图
（情景：B2；时段：2011—2020；CO_2 肥效作用：考虑）

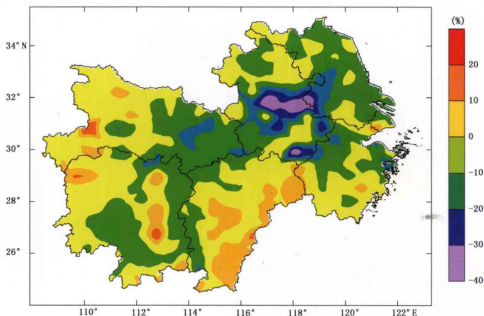


图 60　长江中下游水稻产量变化空间分布图
（情景：B2；时段：2021—2030；CO_2 肥效作用：考虑）



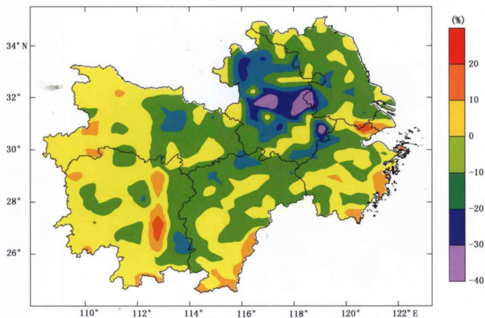


图 61　长江中下游水稻产量变化空间分布图
(情景:B2;时段:2031—2040; CO_2 肥效作用:考虑)

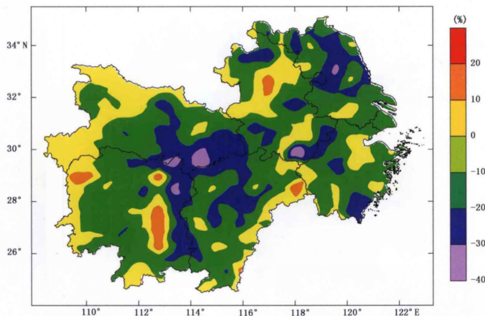


图 62　长江中下游水稻产量变化空间分布图
(情景:B2;时段:2041—2050; CO_2 肥效作用:考虑)



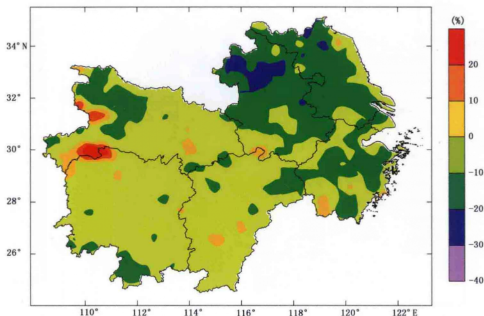


图 63　长江中下游水稻产量变化空间分布图
（情景：A1B；时段：2011—2020；CO_2 肥效作用：考虑）

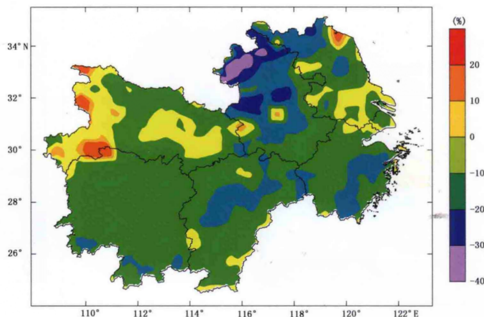


图 64　长江中下游水稻产量变化空间分布图
（情景：A1B；时段：2021—2030；CO_2 肥效作用：考虑）



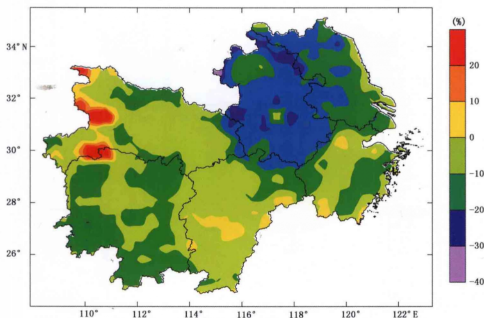


图 65　长江中下游水稻产量变化空间分布图
（情景：A1B；时段：2031—2040；CO_2 肥效作用：考虑）

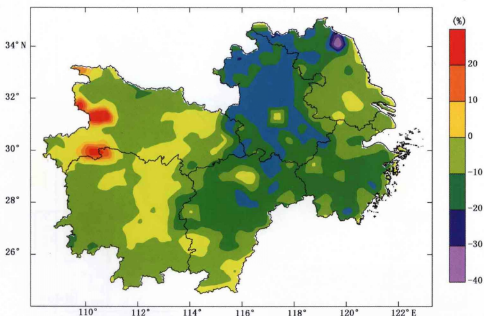


图 66　长江中下游水稻产量变化空间分布图
（情景：A1B；时段：2041—2050；CO_2 肥效作用：考虑）



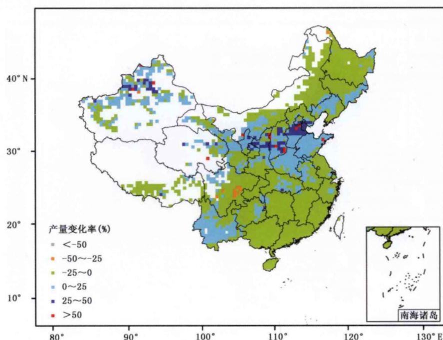


图 67　中国雨养小麦产量空间分布图
（情景：A2；时段：2011—2020；CO_2 肥效作用：考虑）

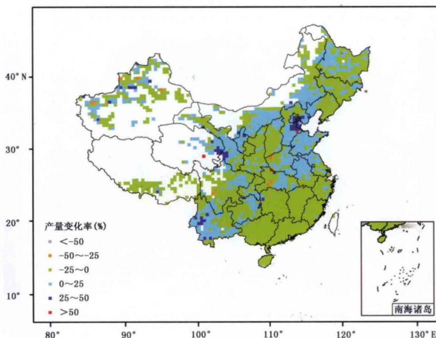


图 68　中国雨养小麦产量空间分布图
（情景：A2；时段：2021—2030；CO_2 肥效作用：考虑）



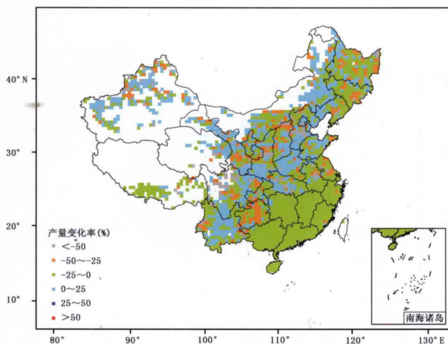


图 69　中国雨养小麦产量空间分布图
（情景：A2；时段：2031—2040；CO_2 肥效作用：考虑）

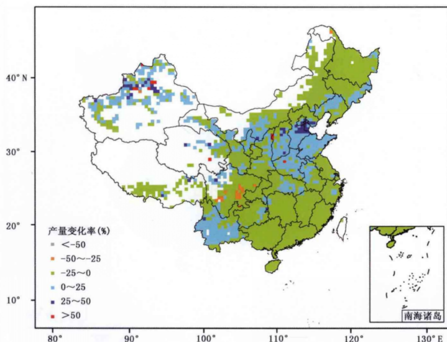


图 70　中国雨养小麦产量空间分布图
（情景：B2；时段：2011—2020；CO_2 肥效作用：考虑）



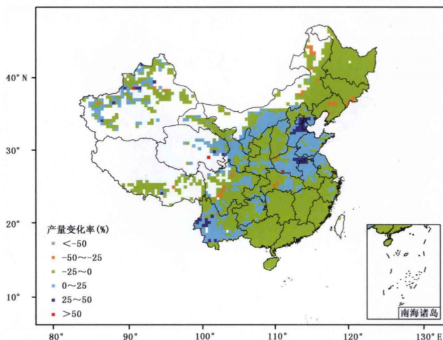


图 71　中国雨养小麦产量空间分布图
（情景:B2;时段:2021—2030; CO_2 肥效作用:考虑）

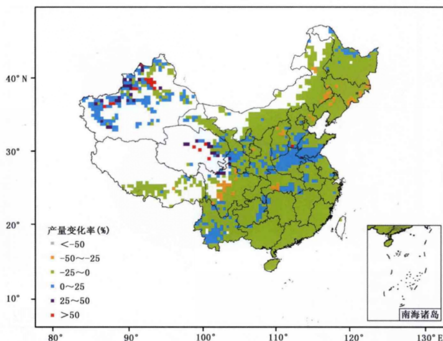


图 72　中国雨养小麦产量空间分布图
（情景:B2;时段:2031—2040; CO_2 肥效作用:考虑）



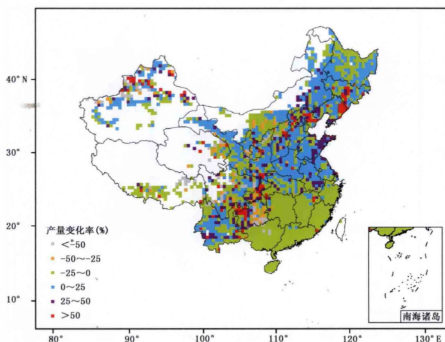


图 73　中国灌溉小麦产量空间分布图
（情景：A2；时段：2011—2020；CO_2 肥效作用：考虑）

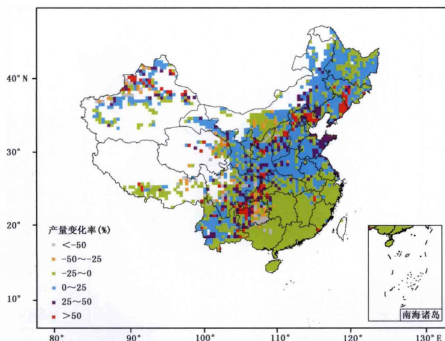


图 74　中国灌溉小麦产量空间分布图
（情景：A2；时段：2021—2030；CO_2 肥效作用：考虑）



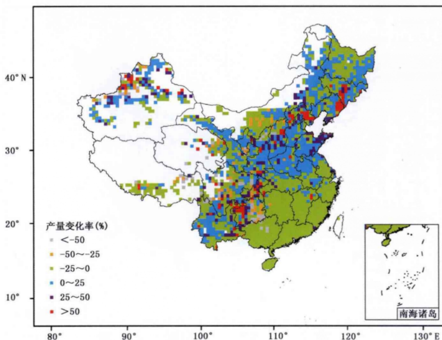


图 75　中国灌溉小麦产量空间分布图
(情景:A2;时段:2031—2040; CO_2 肥效作用:考虑)

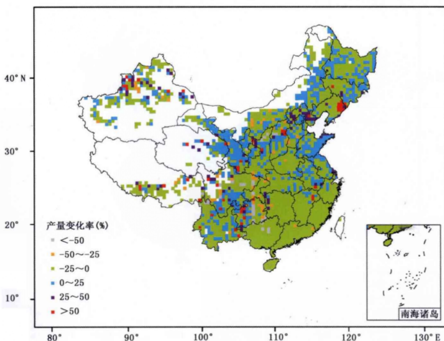


图 76　中国灌溉小麦产量空间分布图
(情景:B2;时段:2011—2020; CO_2 肥效作用:考虑)



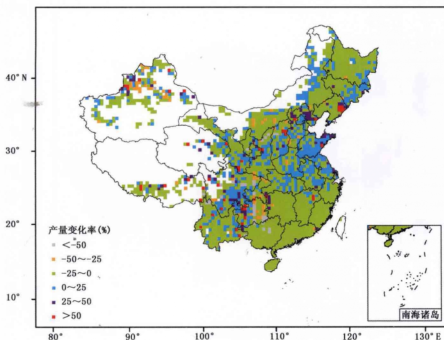


图 77　中国灌溉小麦产量空间分布图
（情景：B2；时段：2021—2030；CO_2 肥效作用：考虑）

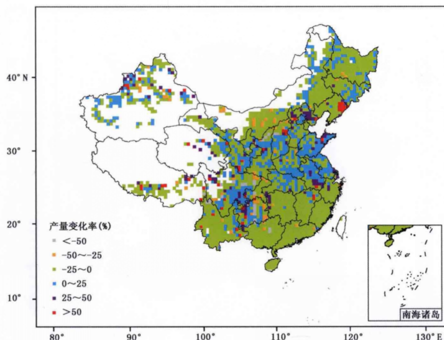


图 78　中国灌溉小麦产量空间分布图
（情景：B2；时段：2031—2040；CO_2 肥效作用：考虑）



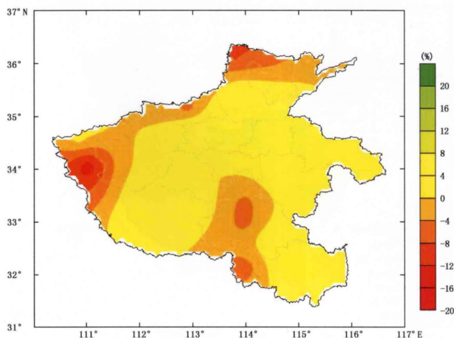


图 79　河南省灌溉小麦产量空间分布图
（情景：A2；时段：2011—2020；CO_2 肥效作用：不考虑）

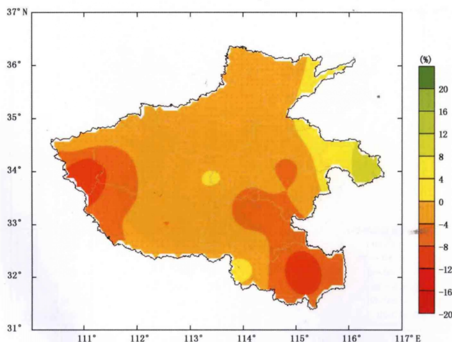


图 80　河南省灌溉小麦产量空间分布图
（情景：A2；时段：2021—2030；CO_2 肥效作用：不考虑）



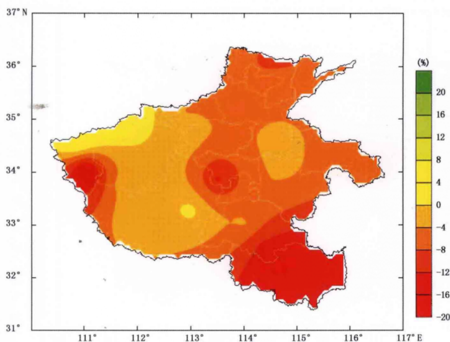


图 81　河南省灌溉小麦产量空间分布图
(情景:A2;时段:2031—2040;CO_2 肥效作用:不考虑)

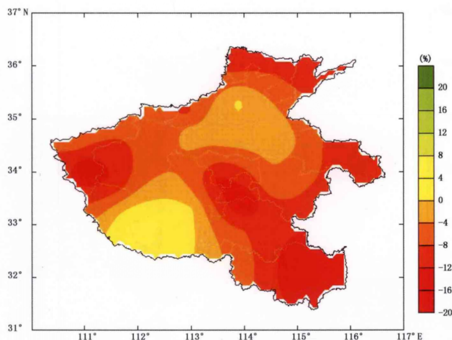


图 82　河南省灌溉小麦产量空间分布图
(情景:A2;时段:2041—2050;CO_2 肥效作用:不考虑)



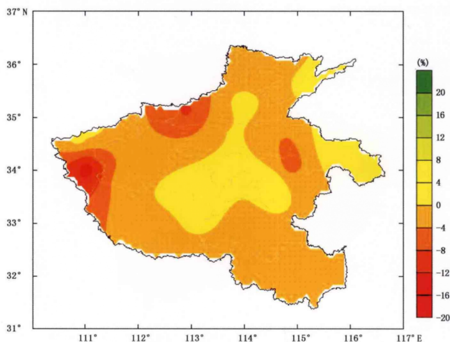


图 83　河南省灌溉小麦产量空间分布图

（情景：B2；时段：2011—2020；CO_2 肥效作用：不考虑）

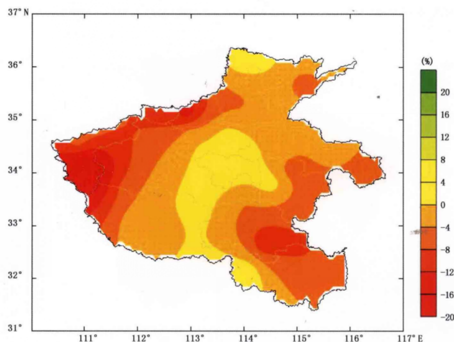


图 84　河南省灌溉小麦产量空间分布图

（情景：B2；时段：2021—2030；CO_2 肥效作用：不考虑）



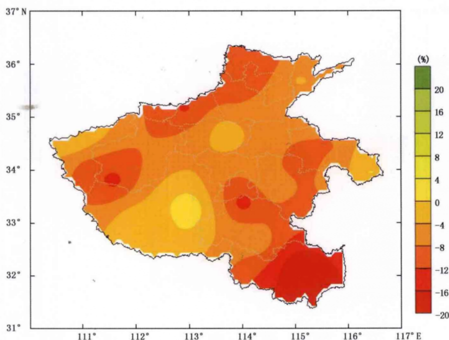


图 85　河南省灌溉小麦产量空间分布图
（情景：B2；时段：2031—2040；CO_2 肥效作用：不考虑）

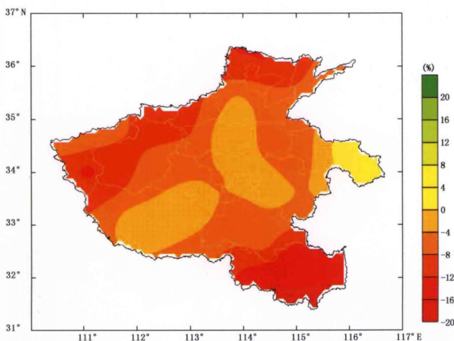


图 86　河南省灌溉小麦产量空间分布图
（情景：B2；时段：2041—2050；CO_2 肥效作用：不考虑）



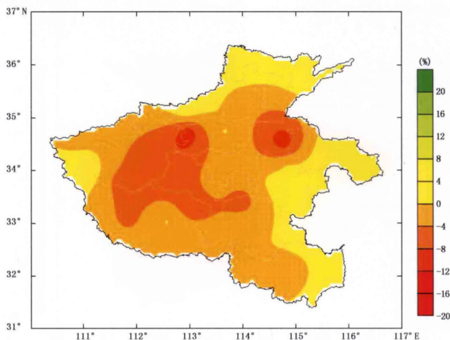


图 87　河南小麦光温生产潜力变化空间分布图
（情景：A2；时段：2011—2020；CO_2 肥效作用：不考虑）

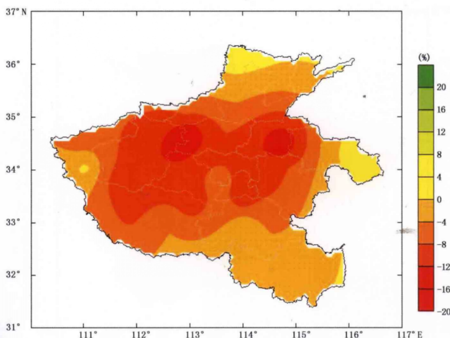


图 88　河南小麦光温生产潜力变化空间分布图
（情景：A2；时段：2021—2030；CO_2 肥效作用：不考虑）



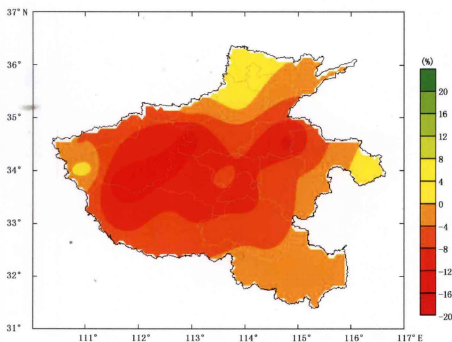


图 89 河南小麦光温生产潜力变化空间分布图
(情景:A2;时段:2031—2040; CO_2 肥效作用:不考虑)

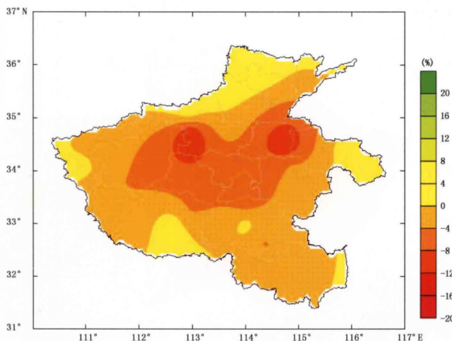


图 90 河南小麦光温生产潜力变化空间分布图
(情景:A2;时段:2041—2050; CO_2 肥效作用:不考虑)



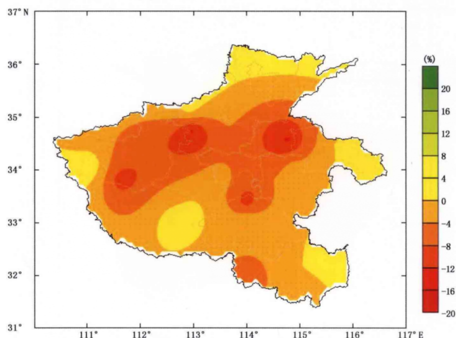


图 91　河南小麦光温生产潜力变化空间分布图
（情景：B2；时段：2011—2020；CO_2 肥效作用：不考虑）

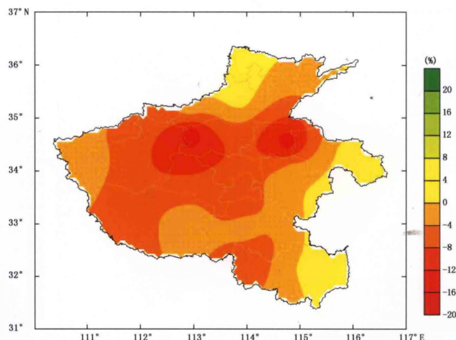


图 92　河南小麦光温生产潜力变化空间分布图
（情景：B2；时段：2021—2030；CO_2 肥效作用：不考虑）



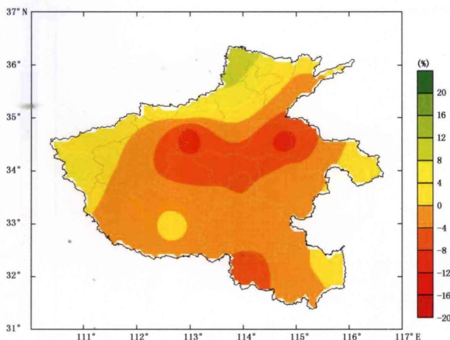


图 93 河南小麦光温生产潜力变化空间分布图
（情景：B2；时段：2031—2040；CO_2 肥效作用：不考虑）

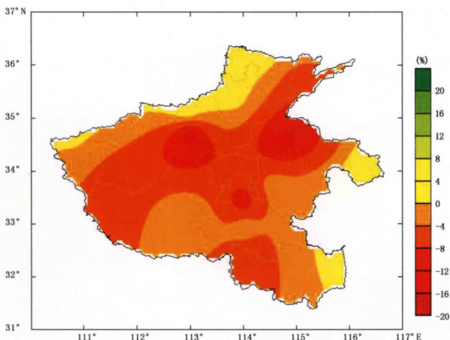


图 94 河南小麦光温生产潜力变化空间分布图
（情景：B2；时段：2041—2050；CO_2 肥效作用：不考虑）



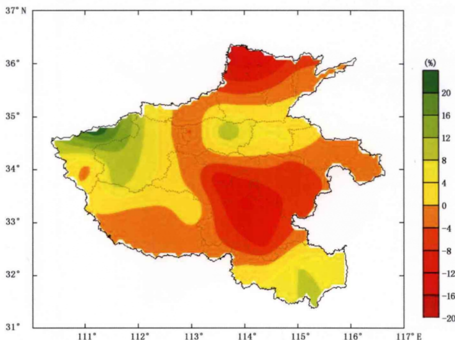


图 95　河南小麦气候生产潜力变化空间分布图
（情景：A2；时段：2011—2020；CO_2 肥效作用：不考虑）

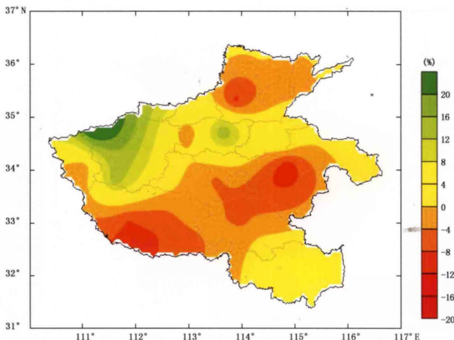


图 96　河南小麦气候生产潜力变化空间分布图
（情景：A2；时段：2021—2030；CO_2 肥效作用：不考虑）



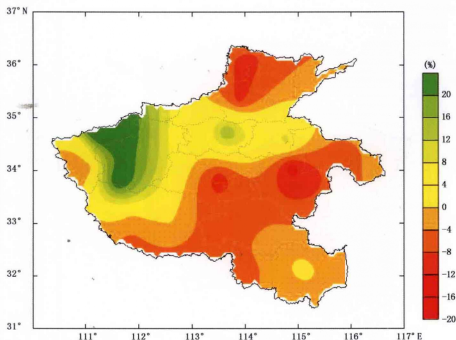


图 97　河南小麦气候生产潜力变化空间分布图
（情景：A2；时段：2031—2040；CO_2 肥效作用：不考虑）

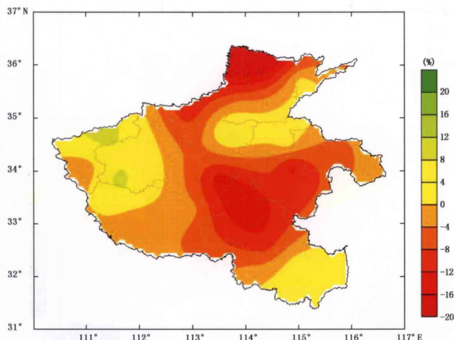


图 98　河南小麦气候生产潜力变化空间分布图
（情景：A2；时段：2041—2050；CO_2 肥效作用：不考虑）



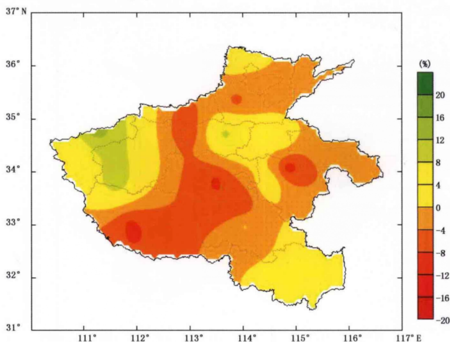


图 99　河南小麦气候生产潜力变化空间分布图
（情景：B2；时段：2011—2020；CO_2 肥效作用：不考虑）

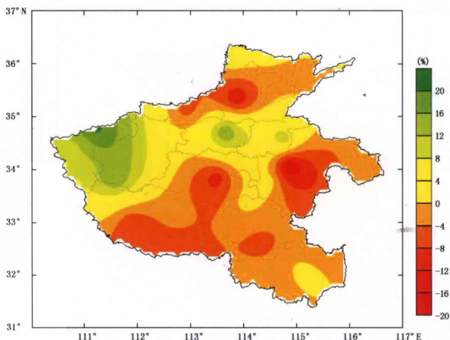


图 100　河南小麦气候生产潜力变化空间分布图
（情景：B2；时段：2021—2030；CO_2 肥效作用：不考虑）



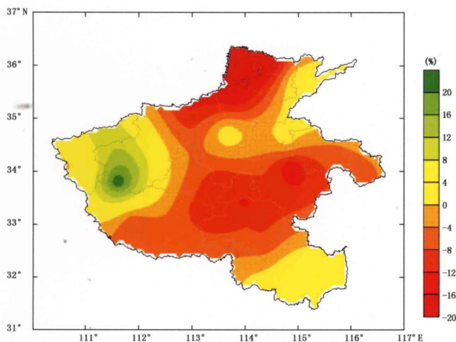


图 101　河南小麦气候生产潜力变化空间分布图
（情景：B2；时段：2031—2040；CO_2 肥效作用：不考虑）

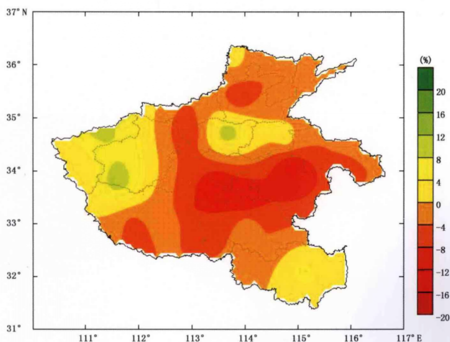


图 102　河南小麦气候生产潜力变化空间分布图
（情景：B2；时段：2041—2050；CO_2 肥效作用：不考虑）